Arnaldoa 15(2): 247 - 254, 2008 ISSN: 1815 - 8242

Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum chenopodioides* (Solanaceae)

Vegetative anatomy in *Solanum chenopodioides* (Solanaceae)

Silvana D. del V. Figueroa, Nilda Dottori & María T. Cosa
Laboratorio de Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, e Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (I.M.B.I.V.). C.C. 495. 5000 Córdoba. ARGENTINA. *silfigueroa2003@yahoo.com.ar; dottori@imbiv.unc.edu.ar; cosa@imbiv.unc.edu.ar*

Resumen

Se estudia la anatomía vegetativa en *Solanum chenopodioides*. Se analiza la epidermis en vista superficial y la estructura interna de hoja, tallo y raíz. Los resultados obtenidos, constituyen un aporte al conocimiento de plantas nativas de interés económico y tóxicas para el ganado.

Palabras clave: *Solanum chenopodioides,* epidermis, anatomía, hoja, tallo, raíz.

Abstract

This paper deals with the vegetative anatomy in *Solanum chenopodioides*. The analysis includes the study of the foliar epidermis in superficial view and internal structure of leaf, stem and root. The results obtained, contribution to knowledge of native plants of economic interest and toxic to livestock.

Key words: *Solanum chenopodioides*, epidermis, anatomy, leaf, stem, root.

Introducción

Solanum chenopodioides Lam. es conocida con el nombre vulgar de «yerba mora» o «hierba mora», pertenece al subgénero *Solanum* sect. *Solanum* (Nee, 1999). Morton (1976), reconoce a *Solanum chenopodiodes* y *S. sublobatum* Willd., posteriormente Nee (1999) sinonimizó a las dos bajo el nombre de *S. chenopodiodes*.

De amplia dispersión en Sudamérica crece en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay (Marzocca, 1994). En nuestro país, habita desde Jujuy hasta Río Negro (Barboza et al., 2006); siendo muy frecuente en Córdoba, en los departamentos Capital, Colón, Juárez Celman, Punilla, Río Cuarto, Río Segundo, San Alberto, San Justo, Santa María y Totoral (Barboza et al., 2006).

Es una maleza de los cultivos, crece a orillas de cercos, rara vez en alfalfares, huertas, montes frutales; también puede ser hallada en campos abandonados, baldíos y potreros; prefiere terrenos húmedos y sombríos. Su presencia en las pasturas es inconveniente pues se trata de una especie sumamente tóxica para el ganado, bovinos, ovinos, caprinos y porcinos, (Ragonese & Milano, 1984; Marzocca, 1997).

La parte aérea tiene propiedades medicinales como sedante y oftalmia (Marzocca, 1997, Barboza et al. 2006).

No se ha descrito ningún trabajo previo sobre la anatomía vegetativa de esta especie; sólo se han realizado estudios sobre el número cromosómico n = 12 (Moscone, 1992).

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar en *Solanum chenopodioides*, las características de la epidermis foliar, incluidos estomas y tricomas, y la estructura interna de la hoja, tallo y raíz.

Los resultados obtenidos constituyen un aporte al conocimiento de plantas nativas de interés económico y tóxicas para el ganado.

Materiales y Métodos

Los materiales estudiados proceden de Argentina:

Prov. Córdoba. Dpto. Capital: Costanera-Río Primero (Isla de los patos), Figueroa 1, 07-I-2006, 11-I-2006 y 18-III-2006; Bº Cerro de las Rosas, Rafael Núñez, Figueroa 3, 29-IV-2007.Barrio Alta Córdoba, Dottori 214, 21-XII-2004. (CORD.).

Los preparados permanentes de cortes transversales por hojas, tallos, pecíolos y raíces en distinto estado de desarrollo se realizaron con materiales fijados en FAA, deshidratados en una serie de alcohol etílico y xilol, e incluidos en histoplast, paramat o histowax; los cortes microtómicos de 10 a 20 µm de espesor se colorearon con fucsina básica-azul astra (Kraus et al. 1998), safranina y fast green (Ma, Sawhney & Steves, 1992), con azul de toluidina (Sakai, 1973) y finalmente se montaron con bálsamo de canadá. Los preparados temporarios de cortes transversales por tallo, pecíolo y raíz se tiñeron con safranina y azul astral (Maácz, G. J. & E.Vagás, 1961) y se montaron con glicerina al 50%.

Para el estudio de la epidermis en vista superficial de hojas, se utilizó la técnica de «peeling» separando el hipofilo y epifilo bajo lupa siendo luego teñidos con safranina durante 10 minutos y montados con glicerina al 50%. Para el estudio de la naturaleza de las reservas en la raíz y tallo se aplicó una prueba histoquímica (Johansen, 1940). Los tallos y raíces con crecimiento secundario fueron sometidos a una técnica de «ablandamiento», previos a la deshidratación (D' Ambrogio de Argüeso, 1986).

Las raíces con crecimiento primario fueron obtenidas a partir de la germinación de semillas previamente lixiviadas y tratadas con acido giberélico.

Las observaciones se realizaron con microscopio óptico y se registraron mediante foto micrografías tomadas con cámara digital.

Resultados

Hoja.-Las células epidérmicas propiamente dichas en vista superficial, son de paredes anticlinales subrectas en el epifilo y sinuosas, y de mayor tamaño en el hipofilo. Siendo en ambas caras de forma irregular. Como normalmente sucede, las células ubicadas sobre las venas son alargadas y de paredes rectas (Fig. 1 A, B).

Los estomas se diferencian en ambas caras de la hoja y son de tipo anisocítico y anomocítico.

Se encuentran dos tipos de tricomas: eglandulares y glandulares. Los tricomas eglandulares son simples, pluricelulares, uniseriados, formados por 4-5 células y 1 ó 2 basales, son rectos o levemente curvos, de forma cónica y cutícula rugosa, muy frecuentes en las dos caras de la hoja (Fig. 1 C)

Los tricomas glandulares son simples, con un pie unicelular corto, cutícula lisa y cabezuela pluricelular globosa con 4 células paralelas al pie y una pequeña célula en la base (Fig. 1 D).

La lámina en sección transversal es comprimida dorsiventralmente y los bordes son redondeados. La epidermis es unistrata y la cutícula delgada (Fig. 2 A). El mesofilo es dorsiventral, con 1 ó 2 estratos de clorénquima en empalizada hacia la cara adaxial y 5 ó 6 de clorénquima esponjoso hacia la cara abaxial, con grandes espacios intercelulares (Fig. 2 B).

La zona de la vena media es prominente en ambas caras; se diferencian 5 capas de colénquima angular subepidérmico en la cara adaxial y una hacia la cara abaxial. Se distinguen de 5 a 6 estratos de parénquima hacia ambas caras (adaxial y abaxial) del hacecillo bicolateral (Fig. 2 A). El haz vascular bicolateral está rodeado por una vaina, no bien definida de células parenquimáticas. El floema externo está bien desarrollado hacia la cara abaxial y el floema interno se dispone en grupos, separados por células parenquimáticas hacia la cara adaxial (Fig. 2 C).

En el pecíolo, debajo de la epidermis unistrata, existen dos estratos de clorénquima subepidérmico interrumpido a nivel del haz vascular, de 2 a 3 capas de colénquima, predominando el tipo angular, algunas de sus células contienen cloroplastos, y por dentro hay de 5 a 6 estratos de células parenquimáticas grandes con abundantes areniscas cristalinas. El haz vascular en forma de media luna es bicolateral, en la zona proximal, media y distal forma un arco del que se desprende un haz menor a cada lado. En la zona proximal es casi circular pero en la media y distal tiene dos expansiones que se ensanchan y continúan con el limbo foliar con estructura dorsiventral (Fig. 2 D).

Tallo.- La estructura primaria en sección transversal a nivel del entrenudo es circular y la epidermis

unistratificada. Los tricomas son similares a los de las hojas (Fig. 3 A).

La corteza tiene aproximadamente 7 estratos diferenciados: 2 de clorénquima, 2 ó 3 de colénquima angular y lagunar en las costillas, y 2 ó 3 de parénquima (Fig. 3 B).

En los tallos jóvenes, el sistema vascular presenta, una eustela con hacecillos bicolaterales abiertos muy próximos entre si, que posteriormente se unen por la actividad del cambium interfascicular, formado por 3 estratos de células (Fig. 3 A, C). La médula consta de parénquima con células más o menos isodiámetricas que presentan areniscas cristalinas, gránulos de almidón y taninos al igual que la corteza (Fig. 3 C). Durante el crecimiento secundario el tallo crece en espesor, el sistema vascular, constituye un cilindro, donde el floema interno se mantiene en grupos (Fig. 3 D).

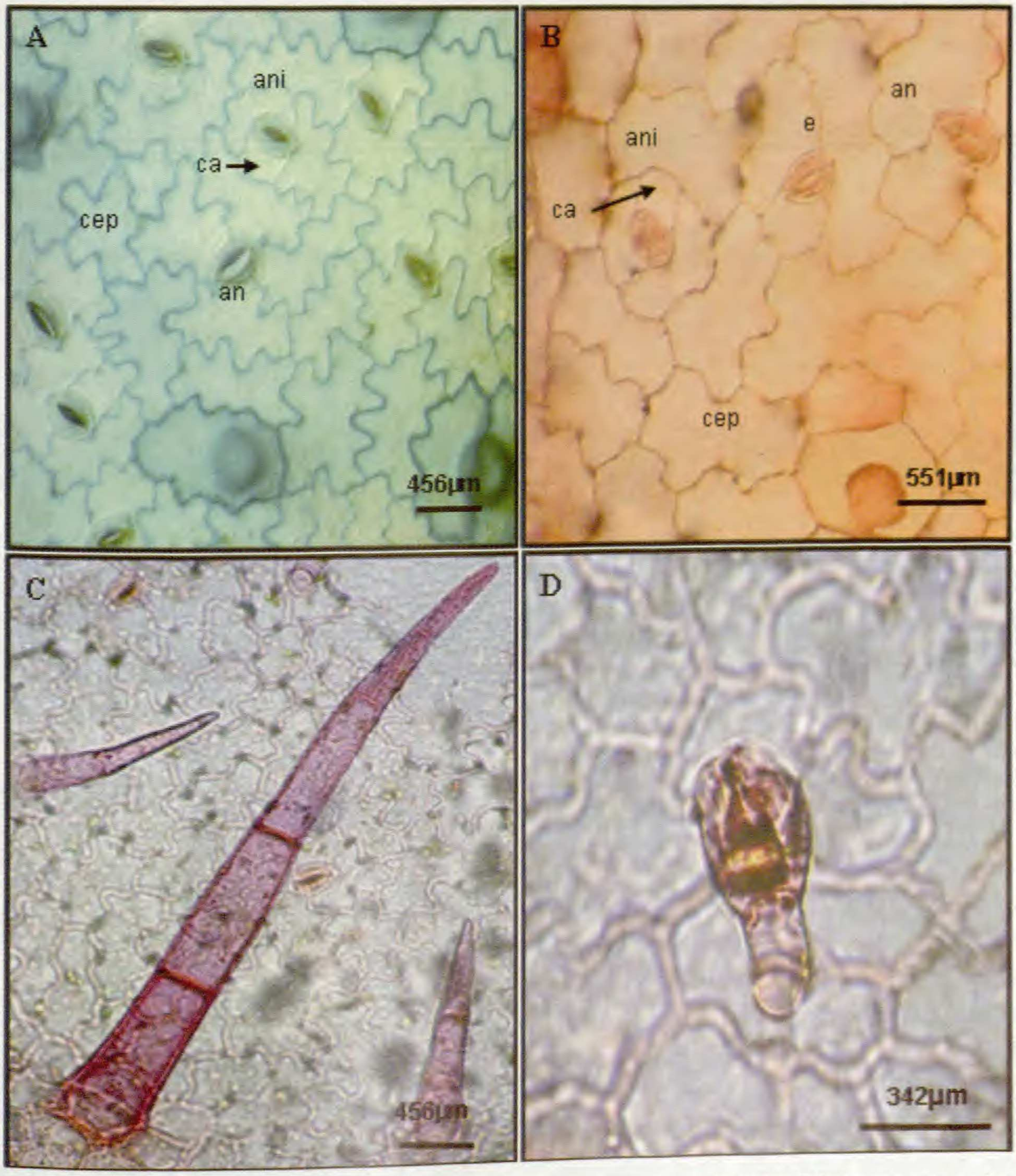

Fig. 1. Vista superficial de epidermis foliar. **A** y **B**. hipofilo y epifilo con paredes celulares sinuosas y levemente sinuosas, respectivamente. **C**. tricoma eglandular uniseriado pluricelular. **D**. tricoma glandular en el epifilo. *Abreviaturas*: **ani**: anisocítico, **an**: anomocítico, **ca**: célula auxiliar, **cep**: células epidérmicas propiamente dichas, **e**: estomas.

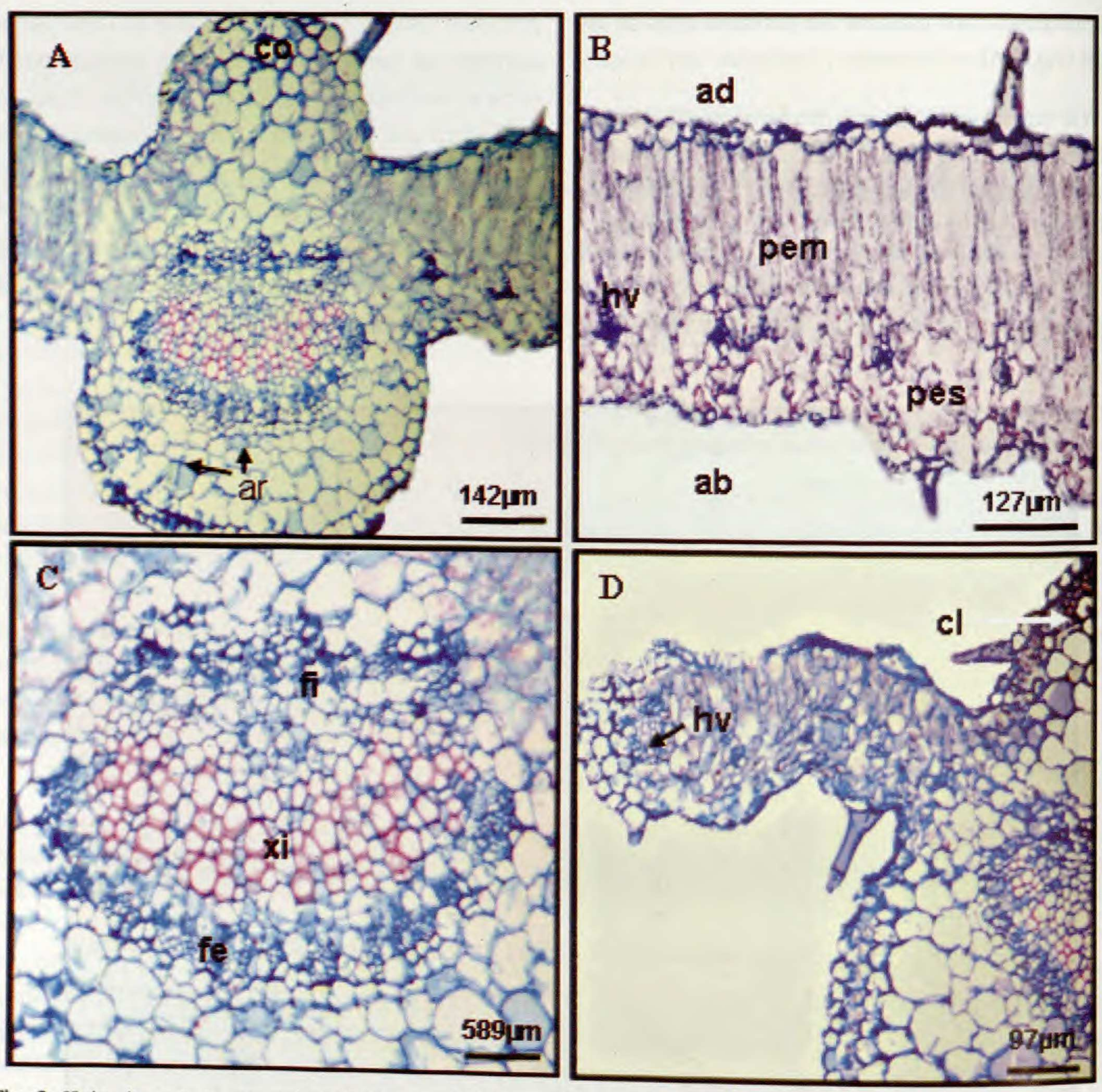

Fig. 2. Hoja. **A**. corte transversal por hoja a nivel de la vena principal. **B**. corte transversal por lámina foliar. **C**. detalle del hacecillo de la vena media. Pecíolo. **D**. corte transversal por zona distal mostrando el detalle de la expansión lateral y un sector de el hacecillo vascular. *Abreviaturas*: **ab**: abaxial, **ad**: adaxial, **ar**: areniscas cristalinas, **cl**: clorénquima, **co**: colénquima, **fe**: floema externo, **fi**: floema interno, **hv**: hacecillo vascular, **pem**: parénquima en empalizada, **pes**: parénquima esponjoso, **xi**: xilema.

En el anillo de xilema se observan vasos dispuestos en forma aislada o agrupados en hileras radiales; los radios parenquimáticos son uniseriados y biseriados, en los mismos se depositan abundantes gránulos de almidón (Fig. 3 E). El floema interno se dispone en grupos separados por células parenquimáticas pequeñas. En relación con ambos floemas, externo e interno respectivamente, hay fibras perivasculares de paredes celulósicas, ligeramente lignificadas. En el parénquima cortical y medular se depositan areniscas cristalinas y abundantes gránulos de almidón (Fig. 3 E).

En la parte basal del tallo aéreo, se desarrolla una peridermis de origen epidérmico, que consta de un estrato de felógeno que origina hacia fuera súber constituido por 2 a 3 estratos comprimidos y suberificados; hacia adentro se diferencia un estrato de felodermis (Fig. 3 F). En la misma zona del tallo, el parénquima medular se reduce y hay gran desarrollo del xilema secundario.

Raíz.- En sección transversal la estructura primaria de la raíz principal presenta epidermis unistrata, con células comprimidas radialmente (Fig. 4 A). La corteza, esta

constituida por 6 ó 7 estratos de parénquima, dispuestos en capas concéntricas, conteniendo areniscas cristalinas. Internamente se ubica la endodermis unistrata (Fig. 4, A), donde se observa la banda de Caspary.

El cilindro vascular, esta limitado por 2 estratos de periciclo. Se diferencian dos polos de protoxilema exarco que alternan con dos grupos de floema y el metaxilema ocupa la porción central siendo la raíz diarca (Fig. 4, A). Las células del parénquima asociadas a los elementos vasculares son pequeñas e isodiamétricas. El crecimiento primario es de escaso desarrollo y muy pronto la actividad del cambium origina tejidos vasculares secundarios.

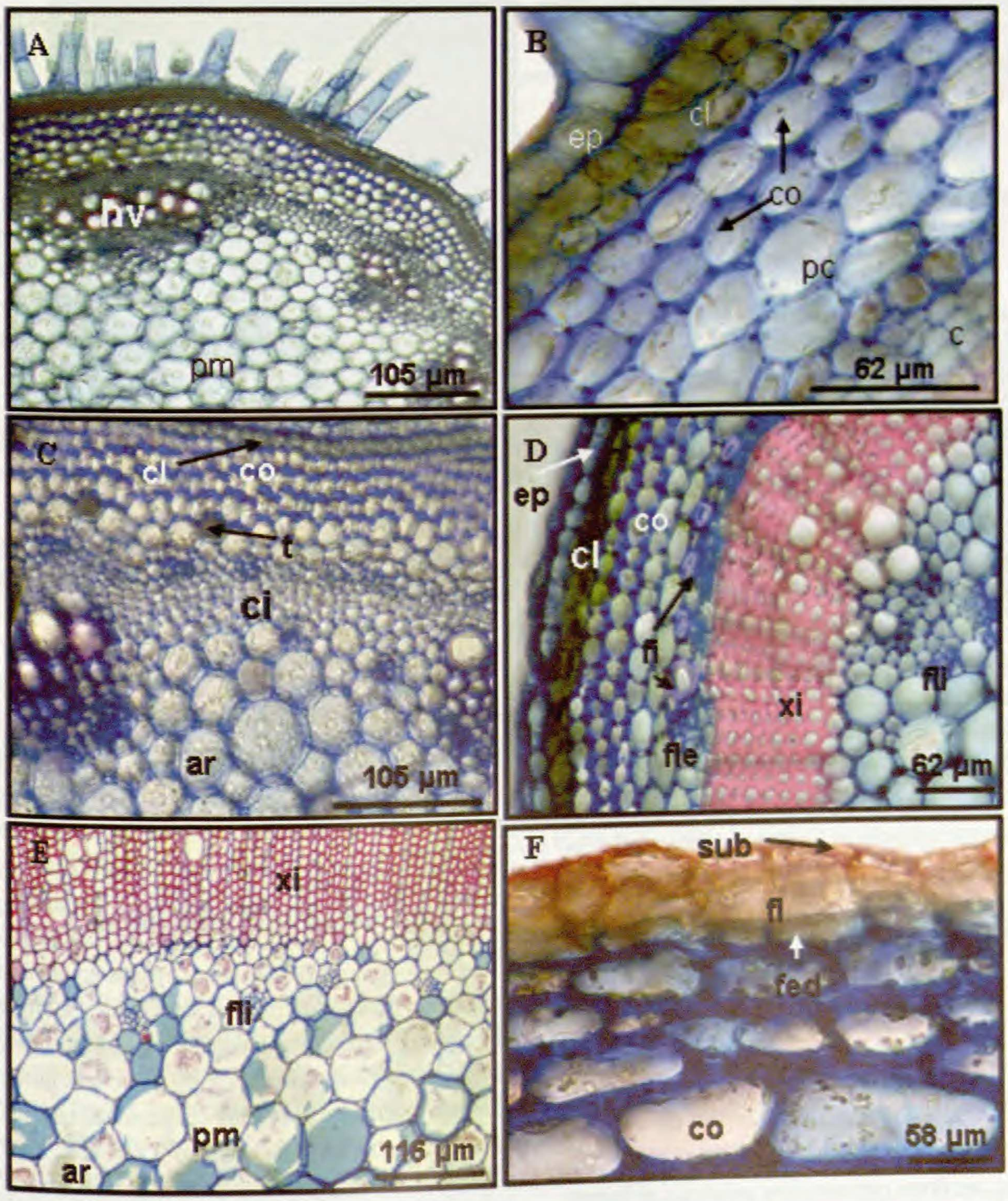

Fig. 3. Tallo con estructura primaria. **A**. vista general en corte transversal. **B**. detalle de la corteza. **C**. sector de la corteza y sistema vascular. Tallo con estructura secundaria. **D**. detalle de la zona cortical. **E**. detalle de médula. **F**. detalle del origen de la peridermis. *Abreviaturas*: **ar**: areniscas cristalinas, **c**: cambium, **ci**: cambium interfascicular, **cl**: clorénquima, **co**: colénquima, **ep**: epidermis, **fed**: felodermis, **fi**: fibras, **fl**: felógeno, **fle**: floema externo, **fli**: floema interno, **hv**: hacecillo vascular, **pc**: parénquima cortical, **pm**: parénquima medular, **sub**: súber, **t**: taninos, **xi**: xilema.

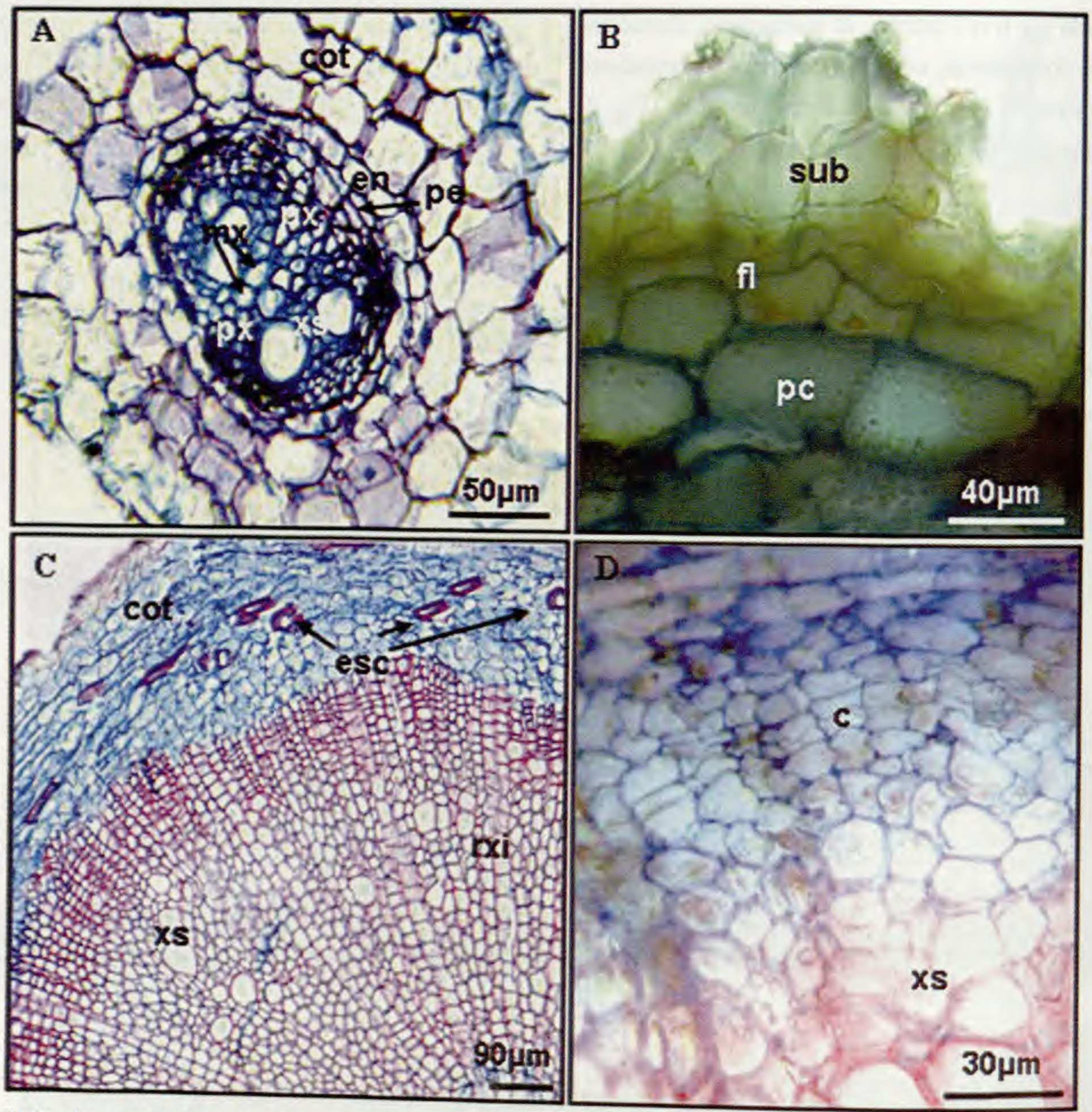

Fig. 4. Raíz. **A.** corte transversal por raíz con estructura primaria diarca mostrando corteza y cilindro central respectivamente; se observa un incipiente crecimiento secundario. **B.** detalle de la peridermis. **C.** vista general por raíz con estructura secundaria. **D.** detalle del cambium. *Abreviaturas*: **c:** cambium, **cot**: corteza, en: endodermis, **esc**: esclereidas, **fe**: felógeno, **fi**: fibras, **mx:** metaxilema, **pc**: parénquima cortical, **pe**: periciclo, **px**: protoxilema, **rxi**: radios xilemáticos, **sub:** súber, **xi**: xilema, **xs**: xilema secundario.

Durante el crecimiento secundario, la peridermis es de origen subepidérmico, esta formada por 2 estratos de felógeno; el cual produce externamente varias capas de súber, no se observó la presencia de felodermis (Fig. 4, B). En el parénquima cortical, se encuentran de 10 a 12 estratos de células, también se observan esclereidas, areniscas cristalinas y gránulos de almidón (Fig. 4, C). Hay grupos de fibras perivasculares próximos al floema secundario. A continuación hay una zona cambial de 3 a 4 estratos de células y luego el xilema secundario con radios xilemáticos uni y biseriados, los mismos contienen gránulos de almidón (Fig. 4, C, D).

Discusión y Conclusiones

Solanum chenopodioides posee células epidérmicas propiamente dichas con paredes anticlinales subrectas en el epifilo y sinuosas en el hipofilo, coincidiendo con *S. glaucophyllum* (Mansilla et al., 1999); mientras que, en *S. sisymbriifolium* las células epidérmicas son muy sinuosas en ambas caras de las hojas (Cosa et al, 2002).

Las hojas son anfistomáticas y se diferencian varios tipos de estomas en una misma hoja, carácter común en *Solanaceae* (Karatela & Gill, 1986). Asimismo, los estomas son más numerosos en el hipofilo y predomina el tipo anomocítico y anisocítico, siendo más abundante el

primero; estas características coinciden con las señaladas para S. *elaeagnifolium, S. juvenale* y *S. hieronymi* (Cosa et al., 1998 y 2000), también Mansilla et al., (1999), indicaron estas características para *S. glaucophyllum, S. stuckertii* y *S. fusiforme.*

De acuerdo con la clasificación de Seithe (1979), se reconocieron los siguientes tipos de tricomas en *S. chenopodioides*: eglandulares uniseriados, más o menos rectos o algo arqueados con cutícula rugosa y glandulares simples con pie unicelular, uniseriado, y cabezuela con 4 células paralelas al pie. Siendo los tricomas eglandulares abundante en ambas caras de la hoja y los glandulares poco frecuentes, ubicados en la cara adaxial. En contraste con *S. stuckertii*, donde cuenta con el tipo de tricoma eglandular ramificado y tricomas glandulares con cabezuela unicelular globosa estipitada (Mansilla et al., 1999).

S. chenopodioides presenta una estructura foliar dorsiventral constituída por 1 ó 2 estrato de parénquima en empalizada hacia la cara adaxial y un número variable de estratos de parénquima esponjoso, con grandes espacios intercelulares; compartiendo esta estructura con *S. palinacanthum* y *S. sisymbriifolium* (Cosa et al., 2002), característica de plantas que crecen en lugares húmedos o donde el agua no es un factor limitante según Pyykkö (1979). En contraste con *S. euacanthum* y *S. elaeagnifolium* cuya estructura es isolateral, estas son especies que se caracterizan por poseer tejido clorenquimático en empalizada con reducidos espacios intercelulares para aumentar la superficie interna de la hoja, esta característica es propia de plantas que crecen en ambientes xerofíticos (Mansilla et al., 1999; Cosa, 2000, 2002; Fahn, 1990).

El pecíolo en la zona proximal es casi circular pero en las zonas media y distal tiene dos expansiones laterales. El haz vascular bicolateral forma un arco del que se desprende un haz menor en cada lado de posición lateral, los tres haces se desprenden del nudo unilacunar, manteniéndose ese número de haces en las tres zonas estudiadas; como en *S. juvenale, S. elaeagnifolium* y *S. hieronymi* (Cosa et al., 2000) a diferencia de *S. argentinum* donde la base del pecíolo está inervada por un solo haz bicolateral (Rigonatto et al., 2005).

La corteza del tallo de *S. chenopodioides* consta de clorénquima, colénquima y parénquima profundo; esta distribución de los tejidos se halló también en otras especies de *Solanum* (Hayward, 1953; Mansilla et al., 1999). Sin embargo, el número total de estratos corticales y capas de clorénquima es variable, según las especies. En *S. glaucophyllum* en cambio sólo hay colénquima y parénquima (Mansilla et al., 1999).

La especie en estudio al igual que en *S. elaeagnifolium* tiene dos estratos de clorénquima, en contraste con *S. juvenale* donde hay un sólo estrato (Cosa et al., 1998).

La peridermis es de origen epidérmico, coincidiendo con lo observado por Ratera & Cristiani (1955) en otras especies de *Solanum.*

En cuanto al sistema vascular del tallo, *S. chenopodioides* presenta una eustela con hacecillos bicolaterales, que posteriormente se unen formando un anillo continuo por la actividad del cambium interfascicular, tanto en el parénquima cortical como medular se observan areniscas cristalinas y gránulos de almidón al igual que en *S. hieronymi, S. juvenale, S. sisymbriifolium, S. euacanthum* y en otras especies del género (Cosa et al., 1998, 2000, 2002).

Las esclereidas son escasas entre las células corticales y medulares de los tallos de Solanáceas (Metcalfe & Chalk, 1957). En *S. chenopodioides* fueron halladas sólo en la corteza de la raíz, similar a las de *S. juvenale*, pero no fueron señaladas en *S. elaeagnifolium* (Cosa et al., 1998). La especie en estudio posee raíz diarca, con 6 a 7 estratos corticales en la raíz con estructura primaria, compartiendo estos caracteres con *S. sisymbriifolium* (Hadid et al., 2007) no así con *S. elaeagnifolium* que son tetrarcas, a veces, triarca o pentarcas (Cosa et al., 1998).

En la raíz con estructura secundaria el felógeno se diferencia en el estrato subepidérmico como en *S. elaeagnifolium* y *S. juvenale* (Cosa et al., 1998).

Los datos anatómicos aportados sobre esta especie son nuevos para la sección *Solanum* y una contribución al conocimiento de plantas nativas de interés económico y tóxicas para el ganado.

Agradecimientos

Agradecemos a la Biól. Adriana Pérez por la realización de algunos de los preparados permanentes, y a la Secretaría de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT), por el apoyo económico brindado.

Literatura citada

Barboza, G.; Cantero, J.; Núñez, C.; Ariza Espinar, L. 2006. Flora medicinal de la Provincia de Córdoba (Argentina) Pteridófitas y Antófitas silvestres o naturalizadas. Museo Botánico Córdoba.

Cosa, M. T., G. Bruno & N. Dottori.1998. Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum juvenale* Thell., su comparación con *S. elaeagnifolium* Cav. Anales Inst. Biol. Univer. Autón. México, Bot. 69 (1): 9-22.

Cosa, M. T., N. Dottori & G. Bruno .2000. Propagación y anatomía de órganos vegetativos en *Solanum hieronymii* (Solanaceae). Kurtziana 28 (2): 211-220.

Cosa, M. T., M. Hadid, N. Dottori & G. Bruno. 2002. Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum palinacanthum, S. sisymbriifolium* y *S. euacanthum* (Solanaceae). Anales Inst. Biol. Univer. Autón. México, Bot. 73 (1): 27-38.

D'Ambrogio de Argüeso.1986. Manual de técnicas de histología vegetal. I-III. 1-83. Ed. Hemisferio Sur.

Fahn, A. 1990. Plant anatomy, I-XI, 1-588, f. 1-305. 4 ta edition. Pergamon, Oxford.

Hayward, H. E.1953. Estructura de las plantas útiles. 532-536. Ed. Acmé. Buenos Aires.

Hadid, M., Cosa, M. T., Dottori, N., Liscovsky, I. J. 2007. Anatomía de la raíz de *Solanum sisymbriifolium* (Solanaceae). Acta Farm. Bonaerense 26 (1): 10-4.

Johansen, D. A. 1940. Plant microtechnique 1st ed. Mc Graw Hill Books Co, New York, USA.

Karatela, Y.Y. & Gill, L.S.1986. Observation on the developmental studies of stomatal differentiation in the epidermis of Solanaceae. Feddes Repertorium. 97 (5-6): 303-311

Kraus, J. E., De Sousa, H., Rezende, M. E., Castro,N. M., Vecchi, C. & Luque, R.1998. Astra Blue and Basic Fuchsin double staining of plant materials. Biotechnic & Histochemistry 73 (5): 235-243.

Ma, Y., V. K. Sawhney & T. A. Steves 1992. Staining of paraffin embedded plant material in safranin and fast green without removal of the paraffin. Can. J. Bot. 71: 996-999.

Maácz, G. J. & E.Vagás. 1961. A new method for staining cellulose and lignifield cell walls Mickroskopie 16: 40-43.

Mansilla, M. S., M. T. Cosa & N. Dottori.1999. Estudio morfoanatómico de órganos vegetativos en representantes de los géneros *Solanum* sect. *Cyphomandropsis* y *Cyphomandra*. Kurtziana 27 (2): 271-284.

Marzocca, A. 1997. Vademécum de Malezas Medicinales de la Argentina. I-XIX, 1-363. Orientación Gráfica Editora.

Metcalfe, C. R. & Chalk, l. 1957. Anatomy of the Dicotyledons II. Solanaceae, Clarendon Press, Oxford.

Morton, C. V. 1976. A revision of the Argentine species of *Solanum*. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Argentina.

Moscone, E. A. 1992. Estudios de cromosomas meióticos en *Solanum* de Argentina. Darwiniana 31(1-5): 261-297.

Nee, M. 1999. Sinopsis of Solanum in the New World. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J.P. Jessop (eds.) Solanaceae IV: 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew.

Pyykkö, M. 1979. Morphology and anatomy of leaves of same woody plants in a sumid tropical forest of venezuelas Guayana. Acta Bot. Fenn. 112: 1-41.

Ragonese A & V. Milano.1984. Vegetales y substancias tóxicas de la flora Argentina. En Enciclopedia Argentina de Agricultura y jardinería. Ed. Acmé.

Ratera, E. L. & Cristiani, L. Q.1955. Posición del felógeno en Solanáceas Argentinas. Bol. Soc. Argent. Bot. 5(4): 193-202.

Rigonatto, O., N. Dottori & M.T. Cosa. 2005. Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum argentinum* Bitt. et Lillo Solanaceae. Kurtziana 31(1-2): 21-28.

Sakai, W. 1973. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using Toluidine Blue O. Stain Technology 48: 347-349.

Seithe, A.1979. Hair types as taxonomic characters in *Solanum*, .In J. G. Hawkes, R.N. Lester & A. D. Skelding (eds.).The biology and taxonomy of Solanaceae, Linnean Soc. Symp., Ser. 7,pp. 307-319.Academic Press. London.